

PAT-NO: JP409177781A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09177781 A

TITLE: MAGNETIC BEARING DEVICE

PUBN-DATE: July 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KAMIYAMA, HIROTOMO

TANIGUCHI, MANABU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

KOYO SEIKO CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08117381

APPL-DATE: May 13, 1996

INT-CL (IPC): F16C032/04

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable the date to be transmitted and received between both means, to grasp the operating state of a machine main body by using an information processing means installed in a remote place, and to enable adjustment of a control means, by connecting the control means to the information processing means through a communication means.

**SOLUTION:** A magnetic bearing device is provided with a machine main body 1, a control device 2 as a control means, a computer 3 as an information processing means, and two modems 4, 5 as communication means. The machine main body 1, the control device 2 and the first modem 4 are installed on the user side, and the computer 3 and the second modem 5 are installed on a remote plate, for example, on the maker side. Two modems 4, 5 are connected to communication lines 6, 7 such as telephone lines. The control device 2 transmits the date related to the operating state of the machine main body 1 to the computer 3 through the modem, and the computer 3 transmits the control parameter of a magnetic bearing to the control device 2 through the modem.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-177781

(43) 公開日 平成9年(1997)7月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
F 1 6 C 32/04

識別記号 庁内整理番号

F I  
F 1 6 C 32/04

技術表示箇所  
Z

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-117381

(22) 出願日 平成8年(1996)5月13日

(31) 優先権主張番号 特願平7-273870

(32) 優先日 平7(1995)10月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72) 発明者 上山 拓知

大阪市中央区南船場3丁目5番8号 光洋精工株式会社内

(72) 発明者 谷口 学

大阪市中央区南船場3丁目5番8号 光洋精工株式会社内

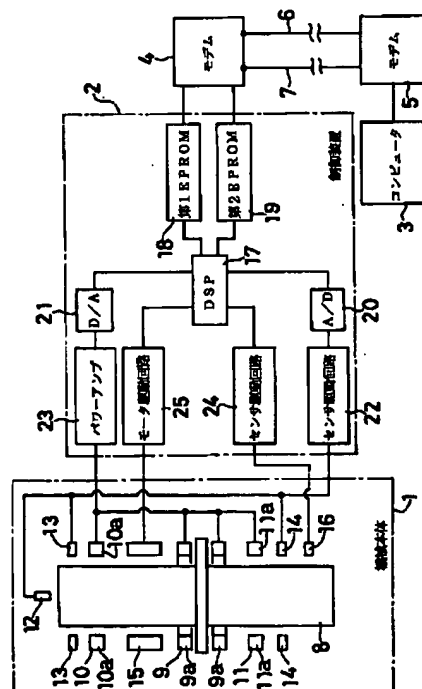
(74) 代理人 弁理士 岸本 瑛之助 (外3名)

(54) 【発明の名称】 磁気軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 遠隔地から運転状況の把握や制御手段の調整などができるようにする。

【解決手段】 磁気軸受装置は、回転体8の位置を検出する位置センサ12、13、14および回転体8を磁気的に非接触支持する磁気軸受9、10、11を有する機械本体1と、位置センサ12、13、14からの信号に基づいて磁気軸受9、10、11を制御する制御装置2と、制御装置2と離れた位置に設置されたコンピュータ3と、制御装置2とコンピュータ3を通信回線6、7で接続するためのモデム4、5とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転体の位置を検出する位置センサおよび前記回転体を磁気的に非接触支持する磁気軸受を有する機械本体と、前記位置センサからの信号に基づいて前記磁気軸受を制御する制御手段と、前記制御手段と離れた位置に設置された情報処理手段と、前記制御手段と前記情報処理手段を通信回線で接続するための通信手段とを備えていることを特徴とする磁気軸受装置。

【請求項2】前記機械本体と前記制御手段の組が複数組設けられていることを特徴とする請求項1の磁気軸受装置。

【請求項3】前記制御手段が前記機械本体の運転状況に関するデータを前記通信手段を介して前記情報処理手段に送信することを特徴とする請求項1または2の磁気軸受装置。

【請求項4】前記制御手段が前記機械本体の運転状況に関するデータを前記通信手段を介して前記情報処理手段に送信し、前記情報処理手段が前記磁気軸受の制御パラメータを前記通信手段を介して前記制御手段に送信することを特徴とする請求項1または2の磁気軸受装置。

【請求項5】前記制御手段が、前記位置センサからのアナログ信号をデジタル位置信号に変換して出力するA/D変換器と、前記デジタル位置信号に基づいて前記磁気軸受に供給する制御電流値を求めデジタル制御信号として出力するデジタル信号処理プロセッサと、前記デジタル制御信号をアナログ信号に変換して前記磁気軸受に出力するD/A変換器とを備えていることを特徴とする請求項1または2の磁気軸受装置。

【請求項6】前記制御手段が、前記位置センサから得られた前記回転体の位置に関するデータおよび前記デジタル信号処理プロセッサで求められた前記磁気軸受の制御電流値に関するデータを記憶する第1のメモリ手段と、前記情報処理手段から前記通信手段を介して送信されてきた前記磁気軸受の制御パラメータを記憶する第2のメモリ手段とを備え、前記デジタル信号処理プロセッサが、前記回転体の位置に関するデータおよび前記磁気軸受の制御電流値に関するデータを前記第1のメモリ手段に出力し記憶させるとともに、前記第2のメモリ手段から前記磁気軸受の制御パラメータを読み出して新しい制御パラメータとし、前記情報処理手段が、前記第1のメモリ手段から前記回転体の位置に関するデータおよび前記磁気軸受の制御電流値に関するデータを前記通信手段を介して読み出すとともに、前記磁気軸受の制御パラメータを前記通信手段を介して前記第2のメモリ手段に送信し記憶させることを特徴とする請求項5の磁気軸受装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、回転体を磁気軸受により磁気的に非接触支持して回転させる磁気軸受装

置に関する。

## 【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】たとえば磁気軸受型ターボ分子ポンプなどの磁気軸受装置は、回転体の位置を検出する位置センサおよび回転体を磁気的に非接触支持する磁気軸受を有する機械本体と、位置センサからの信号に基づいて磁気軸受を制御する制御手段とから構成されていた。また、1つのメーカーで製造された多数の磁気軸受装置が遠く離れた様々な場所にあるユーザーで使用されるが、従来は、それぞれの磁気軸受装置は互いに独立しており、制御やメンテナンスは各磁気軸受装置で個別に実施されていた。このため、現地（ユーザーにおける磁気軸受装置の据付現場）でなければ、磁気軸受装置の運転状況の把握や故障診断ができなかった。磁気軸受装置を設置した場合、定期的にメンテナンスを行う必要があるが、上記のようにメーカー側で磁気軸受装置の運転状況などを把握することができないため、その都度、メーカーの技術者が現地に出向いて、運転状況の把握や故障診断などを実施し、その後、制御手段の調整などを行う必要があった。そして、このような現地における作業を遠く離れた様々なユーザーの磁気軸受装置ごとに行う必要があり、そのために多くの時間と労力を要するという問題があった。また、磁気軸受装置の制御手段における制御回路にはアナログ回路とデジタル回路があり、いずれの場合も、使用中に磁気軸受の制御特性の改良、変更の必要の生じることがあるが、このようなときにも、上記同様、メーカーの技術者が現地に出向いて、制御回路を調整する必要があった。

【0003】この発明の目的は、上記の問題を解決し、遠隔地から運転状況の把握や制御手段の調整などができる磁気軸受装置を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段および発明の効果】この発明による磁気軸受装置は、回転体の位置を検出する位置センサおよび前記回転体を磁気的に非接触支持する磁気軸受を有する機械本体と、前記位置センサからの信号に基づいて前記磁気軸受を制御する制御手段と、前記制御手段と離れた位置に設置された情報処理手段と、前記制御手段と前記情報処理手段を通信回線で接続するための通信手段とを備えていることを特徴とするものである。

【0005】制御手段と情報処理手段とを通信手段を介して接続することにより、制御手段と情報処理手段との間でデータの送受信ができ、遠隔地に設置した情報処理手段を用いて、機械本体の運転状況を把握したり、制御手段の調整を行ったりすることができる。

【0006】通信手段は、制御手段と情報処理手段との間の双方向の通信ができるものが望ましいが、少なくとも制御手段から情報処理手段への送信ができるものであればよい。

【0007】制御手段から情報処理手段への送信だけが

行われる場合、たとえば、制御手段が機械本体の運転状況に関するデータ（たとえば回転体の位置に関するデータや磁気軸受の制御電流値に関するデータなど）を通信手段を介して情報処理手段に送信する。

【0008】このようにすれば、情報処理手段で機械本体の運転状況を把握することができる。したがって、情報処理手段をメーカーに設置しておけば、現地に出向かなくても、メーカー側で機械本体の運転状況を把握することができる。そして、この運転状況に関するデータから、故障診断を行うこともでき、故障診断の結果、現地での制御手段の調整が必要になった場合でも、現地では制御手段の調整だけを行えばよく、現地での作業時間が短くてすむ。また、制御手段の調整だけであれば、場合によっては、ユーザーの技術者が行うこともできる。

【0009】制御手段と情報処理手段との間の双方向の通信が行われる場合、たとえば、制御手段が機械本体の運転状況に関するデータを通信手段を介して情報処理手段に送信し、情報処理手段が磁気軸受の制御パラメータを通信手段を介して制御手段に送信する。

【0010】このようにすれば、上記同様、機械本体の運転状況に関するデータを制御手段から情報処理手段に送信することにより、情報処理手段で機械本体の運転状況を把握することができ、磁気軸受の制御パラメータを情報処理手段から制御手段に送信することにより、制御手段の調整を行うことができる。したがって、情報処理手段をメーカーに設置しておけば、現地に出向かなくても、メーカー側で、機械本体の運転状況の把握、故障診断および制御手段の調整などを行うことができる。この場合、磁気軸受の制御パラメータなど、磁気軸受の制御に関するデータは、機械本体の運転状況や故障診断の結果などに基づいて情報処理手段で自動的に決定されるようにしてもよいし、技術者が決定して情報処理手段に入力するようにしてもよい。

【0011】たとえば、前記機械本体と前記制御手段の組が複数組設けられている。

【0012】機械本体と制御手段の各組は、1箇所に設置されることもあるし、互いに離れた複数箇所に設置されることもある。

【0013】このようにすれば、共通（1つまたは複数）の情報処理手段により、遠隔地にある複数の機械本体の運転状況の把握、あるいは機械本体の運転状況の把握および制御手段の調整などを行うことができる。したがって、情報処理手段をメーカーに設置しておくことにより、様々なユーザーの様々な場所に設置した機械本体および制御手段をメーカー側で集中管理することができる。

【0014】たとえば、制御手段が、位置センサからのアナログ信号をデジタル位置信号に変換して出力するA/D変換器と、デジタル位置信号に基づいて磁気軸受に供給する制御電流値を求めデジタル制御信号とし

て出力するデジタル信号処理プロセッサと、デジタル制御信号をアナログ信号に変換して磁気軸受に出力するD/A変換器とを備えている。

【0015】この明細書において、デジタル信号処理プロセッサ（Digital Signal Processor）とは、デジタル信号を入力してデジタル信号を出力し、ソフトウェアプログラムが可能で、高速実時間処理が可能な専用ハードウェアを指す。なお、以下、これをDSPと略すことにする。

【0016】制御手段がDSPを備えていると、信号の高速実時間処理ができる。

【0017】たとえば、制御手段が、位置センサから得られた回転体の位置に関するデータおよびデジタル信号処理プロセッサで求められた磁気軸受の制御電流値に関するデータを記憶する第1のメモリ手段と、情報処理手段から通信手段を介して送信されてきた磁気軸受の制御パラメータを記憶する第2のメモリ手段とを備え、デジタル信号処理プロセッサが、回転体の位置に関するデータおよび磁気軸受の制御電流値に関するデータを第1のメモリ手段に出力し記憶させるとともに、第2のメモリ手段から磁気軸受の制御パラメータを読み出して新しい制御パラメータとし、情報処理手段が、第1のメモリ手段から回転体の位置に関するデータおよび磁気軸受の制御電流値に関するデータを通信手段を介して読み出すとともに、磁気軸受の制御パラメータを通信手段を介して第2のメモリ手段に送信し記憶させる。

【0018】このようにすることにより、情報処理手段側で機械本体の運転状況の把握ができ、情報処理手段側から制御手段の調整ができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施形態について説明する。

【0020】図1は、第1実施形態を示している。

【0021】図1において、磁気軸受装置は、機械本体(1)、制御手段としての制御装置(2)、情報処理手段としてのコンピュータ（たとえばパーソナルコンピュータ）(3) および通信手段としての2つのモデム(4)(5)を備えている。機械本体(1)、制御装置(2) および第1のモデム(4) はたとえばユーザー側に設置され、コンピュータ(3) および第2のモデム(5) は、遠隔地、たとえば、メーカー側に設置される。2つのモデム(4)(5)は、電話回線などの通信回線(6)(7)に接続されている。

【0022】磁気軸受型ターボ分子ポンプに適用される磁気軸受装置の場合、機械本体(1)がポンプ本体となる。機械本体(1)は、ケーシング（図示略）内に垂直に配置された軸状の回転体(8)を備えている。ケーシング内には、また、回転体(8)を磁気的に非接触支持する1組のアキシアル磁気軸受(9) および上下2組のラジアル磁気軸受(10)(11)、回転体(8)のアキシアル方向の位置を検出するための1個のアキシアル位置センサ(12)、回

5

転体(8)のラジアル方向の位置を検出するための上下2組のラジアル位置センサ(13)(14)、回転体(8)を高速回転させる回転駆動手段としての高周波モータ(15)、ならびに回転体(8)の回転速度を検出するための回転速度センサ(16)が設けられている。通常、アキシャル磁気軸受(9)は1対の電磁石(9a)から、各ラジアル磁気軸受(10)(11)はそれぞれ2対の電磁石(10a)(11a)から構成されている。なお、これら磁気軸受(9)(10)(11)、位置センサ(12)(13)(14)、モータ(15)および回転速度センサ(16)については、公知のものであるから、詳細な説明は省略する。

【0023】制御装置(2)は、磁気軸受(9)(10)(11)およびモータ(15)の制御を行うためのものである。制御装置(2)は、DSP(17)、第1のメモリ手段としての第1EPROM(18)、第2のメモリ手段としての第2EPROM(19)、A/D変換器(20)、D/A変換器(21)、位置センサ駆動回路(22)、パワーアンプ(23)、回転速度センサ駆動回路(24)およびモータ駆動回路(25)を備えている。DSP(17)は、上記の制御および通信を行うためのものであり、パラレルリンクおよび外部機器との通信を可能にするモデムポートを有し、EPROM(18)(19)を介して第1のモデム(4)に接続されている。第1EPROM(18)は、送信するデータを記憶するためのものである。第2EPROM(19)は、DSP(17)の実行プログラムを格納するとともに、受信したデータを記憶するためのものである。DSP(17)は、EPROM(18)(19)および第1のモデム(4)を介して通信回線(6)(7)に接続されている。コンピュータ(3)は、第2のモデム(5)を介して通信回線(6)(7)に接続されている。なお、モデム(4)(5)は、28800BPS以上の通信能力を有するものである。

【0024】位置センサ(12)(13)(14)はセンサ駆動回路(22)によって駆動され、駆動回路(22)は、各センサ(12)(13)(14)の出力に基づいて、回転体(8)のアキシャル方向の位置および上下2箇所におけるラジアル方向の位置を検出する。センサ駆動回路(22)からのアナログ位置信号は、A/D変換器(20)によりデジタル位置信号に変換されて、DSP(17)に入力する。DSP(17)は、上記のデジタル位置信号に基づいて各磁気軸受(9)(10)(11)の電磁石(9a)(10a)(11a)の励磁電流を制御する。DSP(17)からの電流指令値に相当するデジタル制御信号はD/A変換器(21)によりアナログ制御信号に変換され、この信号に基づいて、パワーアンプ(23)から各電磁石(9a)(10a)(11a)に励磁電流が供給され、その結果、回転体(8)がアキシャル方向およびラジアル方向の所定位置に非接触支持される。回転速度センサ(16)はセンサ駆動回路(24)によって駆動され、駆動回路(24)はセンサ(16)の出力に基づいて回転体(8)の回転速度を検出する。センサ駆動回路(24)からの回転速度検出信号は、DSP(17)に入力する。DSP(17)は、上記回転速度検出信号

6

に基づいて回転体(8)の回転速度を制御する。DSP(17)からの回転速度指令信号はモータ駆動回路(25)に入力し、この信号に基づいて、駆動回路(25)によりモータ(15)が駆動され、その結果、回転体(8)が所定の回転速度で回転させられる。なお、上記の回転体(8)の位置の検出および回転速度の検出、電流指令値の出力および回転速度指令値の出力は、一定のサンプリング時間ごとに行われる。

【0025】磁気軸受装置の運転中、DSP(17)は、回転体(8)の位置および回転速度を検出するたびにこれら位置データおよび回転速度データを第1EPROM(18)に記憶するとともに、電流指令値を出力するたびにこの電流指令値データを第1EPROM(18)に記憶する。そして、これらのデータは、第1EPROM(18)から第1のモデム(4)、通信回線(6)および第2のモデム(5)を介してコンピュータ(3)に送られる。このため、遠隔地において、機械本体(1)の運転状況を常時監視して把握することができる。また、コンピュータ(3)側において、必要に応じて、制御装置(2)における磁気軸受(9)(10)(11)の制御パラメータ、モータ(15)の回転速度設定値、サンプリング時間などの制御特性を変更することができ、このように変更したデータを制御装置(2)に送信することにより、遠隔地から制御装置(2)の制御特性の調整ができる。この場合、コンピュータ(3)に設定されたデータは、第2のモデム(5)、通信回線(7)、第1のモデム(4)および第2EPROM(19)を介してDSP(17)に送られ、第2EPROM(19)の所定位置に記憶される。そして、以後は、この新たに記憶されたデータを使用して制御が行われ、制御特性が変更されたことになる。

【0026】上記実施形態では、制御装置がDSPと2つのEPROMを備えているが、たとえば実行プログラムが小さいような場合は、DSP内のメモリ手段を使用して制御装置をDSPだけで構成することもできる。その場合、DSP内のメモリ手段を第1のメモリ手段および第2のメモリ手段として使用することができる。

【0027】また、上記実施形態では、磁気軸受(9)(10)(11)の制御と、モータ(15)の制御を1つのDSP(17)で行うようにしたが、DSP(17)では磁気軸受(9)(10)(11)の制御のみを行い、モータ(15)の制御は他の制御手段で独立して行わせるようにしてもよい。

【0028】図2および図3は、第2実施形態を示している。図2および図3において、図1の部分に対応する部分には同一の符号を付している。

【0029】第2実施形態は機械本体(1)と制御装置(2)の組が複数組設けられた場合の例であり、図2には磁気軸受装置の全体構成が、図3には1組の機械本体(1)と制御装置(2)の部分の詳細が示されている。

【0030】第2実施形態の場合、各組の制御装置(2)がそれぞれ第1のモデム(4)を介して1つのサーバ(30)

に接続され、サーバ(30)が通信回線としてのISDN回線(31)を介してコンピュータ(3)側の第2のモデム(5)に接続されている。また、各組の制御装置(2)と第1のモデム(4)が、1つの制御ユニット(32)にまとめられている。制御装置(2)は第1実施形態の制御装置(2)から2つのEPROM(18)(19)を除いたものであり、DSP(17)が第1のモデム(4)に接続されている。そして、DSP(17)に内蔵されたメモリ(図示略)が上記EPROM(18)(19)の機能を果たしている。制御装置(2)の残りの部分の構成は、第1実施形態の場合と同様である。機械本体(1)の構成は、第1実施形態の場合と同様である。

【0031】第2実施形態の場合、コンピュータ(3)と各組の制御装置(2)との間で、第1実施形態の場合と同様の通信が行われる。なお、この場合、制御装置(2)からの送信とコンピュータ(3)からの送信は交互に行われる。

【0032】第2実施形態において、1つのユーザーあるいは複数のユーザーに設置した制御ユニット(32)をISDN回線(31)に接続しておけば、メーカーに設置した1つのコンピュータ(3)でこれらを集中管理することができる。第2実施形態では、1つのコンピュータ(3)をISDN回線(31)に接続しているが、たとえば異なる場所に設置した複数のコンピュータ(3)をISDN回線(31)に接続しておけば、いずれの場所からでも機械本体(1)および制御ユニット(32)の各組の集中管理ができる。

# 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の第1実施形態を示す磁気軸受装置の概略構成図である。

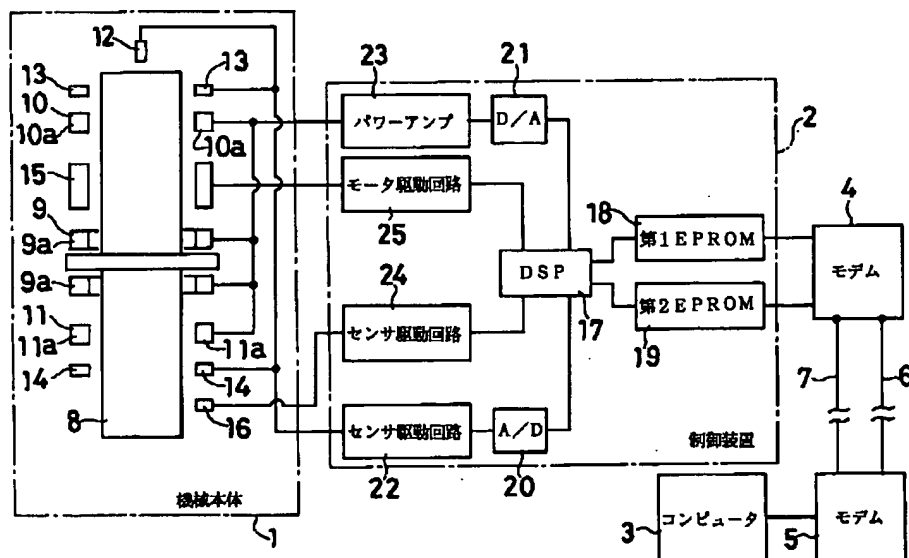
【図2】図2は、この発明の第2実施形態を示す磁気軸受装置の概略構成図である。

【図3】図3は、図2の1組の機械本体および制御装置の部分の概略構成図である。

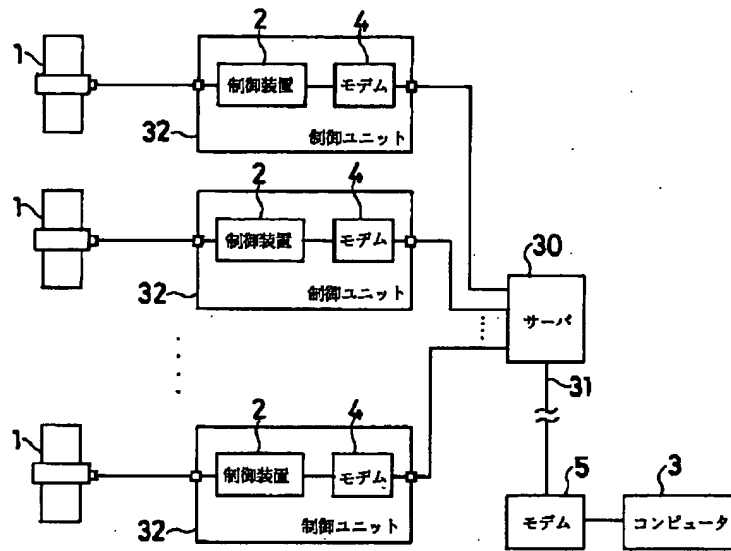
# 【符号の説明】

- |          |                    |
|----------|--------------------|
| (1)      | 機械本体               |
| (2)      | 制御装置(制御手段)         |
| (3)      | コンピュータ(情報処理手段)     |
| (4)(5)   | モデム(通信手段)          |
| (6)(7)   | 通信回線               |
| (8)      | 回転体                |
| (9)      | アキシャル磁気軸受          |
| (10)(11) | ラジアル磁気軸受           |
| (12)     | アキシャル位置センサ         |
| (13)(14) | ラジアル位置センサ          |
| (17)     | DSP(デジタル信号処理プロセッサ) |
| (18)     | 第1EPROM(第1のメモリ手段)  |
| (19)     | 第2EPROM(第2のメモリ手段)  |
| (20)     | A/D変換器             |
| (21)     | D/A変換器             |
| (31)     | ISDN回線(通信回線)       |

【図1】



【図2】



【図3】

